

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Bescheinigung

JC490 U.S. PTO  
09/633681  
08/07/00

#2  
1/25/01  
M. Bridges

Die Schenck RoTeck GmbH in Darmstadt/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Einrichtung und Verfahren zur Ermittlung der Unwucht"

am 7. August 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 M 1/04 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 16. März 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 37 495.3

Dzierzon

## Einrichtung und Verfahren zur Ermittlung der Unwucht

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Ermittlung der Unwucht eines von einer Aufnahme rotierbar gehaltenen Rotationskörpers mit einem rechtwinklig zur Rotationsachse angeordneten, die Aufnahme aufweisenden, plattenförmigen Dynamometerelement, das eine innere über Stege mit einem äußeren Rahmenteil verbundene Aufnahmeplatte umfaßt sowie zumindest einen zwischen Aufnahmeplatte und Rahmenteil angeordneten Schwingungsumformer, der unwuchtinduzierte Schwingungen der Aufnahmeplatte gegenüber dem Rahmenteil erfaßt, wobei Stegpaare aus  
10 beiderseits der Aufnahme angeordneten Stegen vorgesehen sind, sowie auf ein Verfahren zur Ermittlung der Unwucht eines Rotationskörpers, der von einer Aufnahme einer Unwuchtermittlungseinrichtung rotierbar gehalten wird, mit einem die Aufnahme aufweisenden plattenförmigen Dynamometerelement, bei dem die  
15 unwuchtinduzierten Schwingungen von Dynamometerbereichen als Translationsschwingungen und Drehschwingungen getrennt erfaßbar sind.

20 Aus der DE-OS 28 47 295 ist eine Auswuchtmaschine bekannt, die ein plattenförmiges Dynamometerelement aufweist, das partiell federnd geschlitzt und mit Stegen versehen ist. Die innere Platte weist eine Aufnahme für den Rotationskörper auf, die als Auswuchtspindel ausgebildet ist. Die Aufnahmeplatte ist über  
25 beiderseits der Achse des Rotationskörpers in der Plattenebene angeordnete Stege mit dem äußeren Rahmenteil des Dynamometerelements verbunden. Die Aufnahmeplatte gibt die beim Umlauf des Rotationskörpers entstehenden Schwingungen an Schwingungsumformer weiter, von denen der eine nur die Schwenkbewegung der  
30

Aufnahmeplatte um eine Achse erfaßt, die dem Unwuchtanteil, der zufolge eines Unwuchtmoments entsteht, entspricht. Der zufolge einer Einzelkraft (statische Unwucht) entstehende Unwuchtanteil wird von einem weiteren Schwingungsumformer aufgenommen, dessen

5 Meßrichtung parallel zur Plattenebene verläuft. Das Dynamometerelement ist gegen ein Fundament abgestützt. Zur Abstützung sind zwei biegeelastische Flachfedern sowie eine weitere biegeelastische Abstützung vorgesehen. Die Flachfedern zum Abfangen von Kräften in Richtung der Rotationsachse sind beiderseits

10 der Achse des Rotationskörpers an der Aufnahmeplatte befestigt und erstrecken sich rechtwinklig von der Plattenoberfläche weg. Bei der bekannten Einrichtung sind gesonderte Elemente in Form von biegeelastischen Abstützungen zur Aufnahme von in axialer Richtung wirkenden Kräften, wie z. B. Axialschub- oder Ge-

15 wichtskräften, vorgesehen, die die Schwingbewegungen der Aufnahmeplatte und damit die Genauigkeit der Unwuchtermittlung in unerwünschter Weise beeinflussen können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine einfache

20 und kostengünstige Einrichtung sowie ein Verfahren zur Ermittlung der Unwucht zu schaffen, die eine störeinflußfreie Unwuchtmessung und eine genaue Auswertung der Unwuchtanteile aufgrund Unwuchtmoments und statischer Unwucht ermöglichen und die insbesondere die Genauigkeit bei der Ermittlung der stati-

25 schen Unwucht verbessern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 2 und 14 gelöst. Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung fängt das plattenförmige Dynamometerelement alle vom Rotationskörper ausgehenden Kräfte und Momente

30 in sich ab, so daß gesonderte Abstützungen in vorteilhafter Weise entfallen können. Auf einfachste Weise erhält man durch Ausgestaltungen der Stegpaare sowohl für die Axialschub- oder

Gewichtskraftabstützung als auch für die schwingfähige Abstützung eine Einrichtung mit besonders kompakter Bauform bzw. Bauhöhe die einen im Hinblick auf die Steifigkeitsverteilung und die Massenverteilung im wesentlichen symmetrischen Aufbau aufweist und die darüberhinaus eine besonders genaue Unwuchtermittlung aufgrund verbesserter Ebenentrennung sicherstellt. Das plattenförmige Dynamometerelement ist besonders kostengünstig z.B. als Blechteil durch Ausbrennen und Umformen oder als Gußteil herstellbar. Die erfindungsgemäße Bauform ermöglicht einen sehr geringen Abstand des Rotorschwerpunkts von der Bezugsebene des Dynamometerelements, d.h. letztendlich aufgrund verbesserter Ebenentrennung ein genaueres Ergebnis. Die Bestimmung der statischen Unwucht erfolgt sehr genau, da der Aufbau im wesentlichen symmetrisch ist und die Meßebeine des Schwingungsumformers in der Plattenebene des Dynamometerelements liegt. Die Ausgestaltung nach dem Patentanspruch 2 ist speziell für die Einebenenauswuchtung vorteilhaft.

Durch die Anordnung eines Stegpaares in der Plattenebene und in einer die Rotationsachse enthaltenden Ebene gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Schwenkachse für die Drehschwingungen des Dynamometerelements optimal positioniert. Die durch dieses Stegpaar gebildete Schwenkachse liegt in der Plattenebene, so daß keine störenden Kräfte oder Momente das Meßergebnis beeinflussen können. Dieses Stegpaar übernimmt durch seine biegesteife Ausgestaltung auf einfachste Weise die Abstützung nicht unwuchtinduzierter Kräfte wie z.B. der Gewichtskraft oder der Kräfte, die z.B. in Achsrichtung des Rotationskörpers aufgrund der Ausgestaltung des Rotors mit Axialkraft erzeugenden Elementen, z.B. Rotorscheufeln, entstehen. Die Stege dieses Stegpaares weisen hierzu ein hohes Flächenträgheitsmoment um die Querachse auf, was z.B. bei einem Rechteckprofil oder bei zwei, einen Steg bildenden, beabstandeten Stäben der Fall ist.

Ordnet man in weiterer Ausgestaltung der Erfindung beiderseits des die Schwenkachse bildenden Stegpaares zwei weitere parallel laufende Stegpaare an, so ergibt sich eine sowohl hinsichtlich der Auslegung als auch hinsichtlich der Herstellung, der Kalibrierung und der Meßgenauigkeit besonders vorteilhafte symmetrische Ausführungsform. Dieses gilt auch für eine Weiterbildung der Erfindung, bei der die Aufnahmeplatte rechteckförmig ausgebildet ist und die Stegpaare an den Enden sowie in der Mitte der längeren Rechteckseite angeordnet sind.

Die Ausgestaltung nach den Merkmalen des Patentanspruchs 12 ergibt ein sehr kompaktes, genau messendes Dynamometerelement.

Die Erfindung läßt auf einfachste Weise die Anordnung der Plattenebene des Dynamometerelements sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung zu, so daß speziellen Bedürfnissen angepaßte Auswuchtmaschinen mit vertikaler oder horizontaler Rotationsachse sich sehr einfach verwirklichen lassen.

Wird die Rotationsachse in Ausgestaltung der Erfindung in vertikaler Richtung angeordnet und verläuft die Plattenebene damit in der Horizontalen, erhält man in vorteilhafter Weise die Möglichkeit, den von gesonderten Abstützelementen freien Raum unterhalb des Dynamometerelements für weitere Elemente einer Auswuchtmaschine bzw. einer Unwuchtmeßmaschine z.B. für Antriebs- und Steuerungseinrichtungen oder auch für Spanneinrichtungen für die Befestigung des Rotationskörpers auf z.B. einer Wuchtspindel oder den Aufnahmeflächen zu nutzen, was insgesamt zu einem kompakten und servicefreundlichen Aufbau führt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 5            Fig. 1    das Dynamometerelement in perspektivischer Darstellung,  
             Fig. 2    eine Schnittdarstellung längs der Linie II-II  
             Fig. 3    eine Schnittdarstellung längs der Linie III-III  
             Fig. 4    einen Steg in Draufsicht  
10           Fig. 5    eine weitere Ausgestaltung des Dynamometerelements  
             in schematischer Darstellung  
             Fig. 6    eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung

15           Nach Fig. 1 weist das Dynamometerelement 1 einer nicht näher  
             dargestellten Auswuchtmaschine eine innere mit einer Aufnahme 2  
             für einen Rotationskörper 3 versehene Aufnahmeplatte 4 und ein  
             äußeres Rahmenteil 5 auf, die über Stegpaare 6 und 7, 7' miteinander  
             verbunden sind. Unter Dynamometer versteht man in der  
20           Auswuchttechnik ein federndes Abstütz- und Meßsystem. Die  
             Aufnahme 2 ist in einer Bohrung der Aufnahmeplatte 4 befestigt  
             und kann beispielsweise auch eine Wuchtspindel aufweisen, auf  
             die ein auszuwuchtender Rotationskörper 3 montiert werden kann.  
             Im dargestellten Beispiel weist die Aufnahme 2 Aufnahmeflächen  
25           auf, auf denen der Rotationskörper 3 befestigt wird. Die Aufnahme  
             2 wird in üblicher Weise angetrieben, beispielsweise über  
             einen Riemenantrieb oder einen angeflanschten Motor. Das Dynamometerelement 1  
             ist mit dem äußeren Rahmenteil 5 in der Auswuchtmaschine befestigt und weist  
30           zwei Schwingungsaufnehmer 11, 12 auf, deren Signale einer Unwuchtmeßeinrichtung zur Bestimmung  
             des Unwuchtausgleichs in zwei Ausgleichsebenen nach Größe und, unter Heranziehung  
             der Signale eines nicht dargestellten Bezugswinkelgebers, auch nach Winkellage zugeleitet  
             werden. Die

Schwingungsaufnehmer können beispielsweise elektrodynamische Geschwindigkeitsaufnehmer oder auch Piezoaufnehmer sein.

Die unwuchtinduzierten Schwingungen der Aufnahmeplatte 4 werden  
 5 in translatorische Schwingungen und Drehschwingungen umgewandelt. Die Umwandlung erfolgt dadurch, daß die Rotationsachse 8 des Rotationskörpers 3, die rechtwinklig zur Plattenebene der Aufnahmeplatte 4 verläuft, um eine in der Mittelebene des plattenförmigen Dynamometerelements 1 liegende Schwenkachse 10  
 10 drehbar bzw. schwenkbar ist. Die Schwenkachse 10 durchdringt die Rotationsachse 8 rechtwinklig und ist im dargestellten Beispiel rechtwinklig zu der Richtung, in der die unwuchtinduzierten Translationsschwingungen erfaßt werden, angeordnet. Es ist jedoch auch möglich, die Richtung zur Erfassung der Translationsschwingungen z.B. in Richtung der Schwenkachse 10 an-  
 15 zuordnen. Die unwuchtinduzierten Drehschwingungen um die Schwenkachse 10 resultieren aus dem Unwuchtmoment des zu untersuchenden Rotationskörpers. Unwuchtinduzierte translatorische Schwingungen der Aufnahmeplatte 4 werden durch die statische  
 20 Unwucht des Rotationskörpers 3 hervorgerufen und erfolgen in einer senkrecht zur Rotationsachse 8 liegenden Ebene. Bei der Einebenenauswuchtung wird lediglich das Signal des die translatorischen Schwingungen erfassenden Schwingungsaufnehmers 12 benötigt, so daß der die Drehschwingungen erfassende Schwin-  
 25 gungsaufnehmer 11 bei Einebenenmaschinen entfallen kann.

Die Anordnung und Auslegung der Stegpaare 6 und 7, 7' stellt das im wesentlichen unbeeinflusste unwuchtinduzierte  
 30 Translations- und Drehverhalten der Aufnahmeplatte 4 in Bezug auf das äußere Rahmenteil 5 sicher. Hierzu ist ein Stegpaar 6 in der Schwenkachse 10 für die Drehbewegung der Aufnahmeplatte 4 angeordnet und äquidistant hierzu sind zwei Stegpaare 7, 7' an den Enden der Längsseite der im Beispiel in der Draufsicht

rechteckförmigen Aufnahmeplatte 4 angeordnet und erstrecken sich in Richtung der Erstreckung des ersten Stegpaares 6. Durch die Anordnung des Stegpaares 6 in der Schwenkachse 10 wird die unwuchtinduzierte Drehbewegung der Aufnahmeplatte 4 praktisch nicht beeinflußt, da kein Störmoment entstehen kann. Die Anordnungen des zweiten Stegpaares 7, 7'' stellt zusammen mit der des ersten Stegpaares 6 eine Parallelenkeranordnung für Schwingungen der Aufnahmeplatte 4 in einer senkrecht zur Schwenkachse 10 liegenden Richtung dar. Die beiden äußeren Stegpaare 7, 7' sind biegeweich sowohl in Bezug auf Biegungen aus der Plattenebene heraus aufgrund der Drehschwingungen der Aufnahmeplatte 4 als auch in Bezug auf Biegungen aufgrund ihrer Parallelenkerfunktion. Das in der Schwenkachse 10 verlaufende Stegpaar 6 ist biegeweich im Hinblick auf seine Parallelenkerfunktion, aber biegesteif in Bezug auf Biegungen aus der Plattenebene heraus; diese Biegesteifigkeit ermöglicht die Abtragung aller, d.h. auch der nicht unwuchtinduzierten Kräfte wie rotorbedingte Axialkräfte oder Gewichtskräfte im Dynamometerelement 1 selbst, ohne daß zusätzliche Abstützelemente erforderlich sind.

Zur Erfassung der Drehschwingungen der Aufnahmeplatte 4 um die Schwenkachse 10 ist ein Schwingungsumformer 11 vorgesehen, der im Beispiel als Tauchspulenaufnehmer ausgebildet ist und dessen Meßachse parallel zur Rotationsachse 8 des Rotationskörpers 3 verläuft. Der Schwingungsumformer 11 ist im dargestellten Beispiel an einem am äußeren Rahmenteil 5 vertieft angeformten Fortsatz 13 befestigt. In dieser Vertiefung ist ein an der Aufnahmeplatte 4 angeformter Plattenfortsatz 14 bewegbar und überträgt über eine biegeelastische Koppelstange 15 die unwuchtinduzierten Drehschwingungen auf den Schwingungsaufnehmer 11. Es kann jedoch auch eine Anordnung mit einem Versatz im Plattenfortsatz und im ansonsten eben verlaufenden Rahmenteil vor-



gesehen werden oder beide Teile können einen Versatz in Vertikalrichtung aufweisen.

Die Meßachse des zur Erfassung der translatorischen Schwingungen vorgesehenen Schwingungsaufnehmers 12 liegt rechtwinklig zu den Stegachsen und der Rotationsachse 8 des Rotationskörpers 3 und in der Mittelebene des plattenförmigen Dynamometers 1. Der Schwingungsaufnehmer 12 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in einer Vertiefung am äußeren Rahmenumfang angeordnet und steht über eine biegeelastische Koppelstange 16 mit der Schmalseite der Aufnahmeplatte 4 in Verbindung.

Nicht näher dargestellt ist eine Ausführungsform, bei der die Achse zumindest eines der beiden Schwingungsumformer 11, 12 parallelverschoben werden kann und der Aufnehmer dann befestigt wird. Bei dem Schwingungsaufnehmer 12 läßt sich dies durch Verschieben des Aufnehmers mit seiner Flanschfläche auf der zugeordneten Rahmenfläche am Boden der Vertiefung am äußeren Rahmenumfang bewerkstelligen. Es lassen sich so eventuelle Phasenfehler der beiden Aufnehmersignale beispielsweise aufgrund von Werkstoffanisotropien oder Herstellungunsymmetrien auf einfache Weise mechanisch beseitigen.

Auch die Verwendung von Piezoaufnehmern, die unmittelbar zwischen der Aufnahmeplatte und dem Rahmenteil angeordnet werden, kann vorgesehen werden und liefert geometrisch betrachtet einen höheren Symmetriegrad der Einrichtung. Ferner kann man Aufnehmer zur Erfassung der Schwenkbewegungen beiderseits der Schwenkachse anordnen, was den Symmetriegrad weiter verbessert. Als Einstellmöglichkeit für die Drehsteifigkeit des Dynamometerelements 1 sind, wie aus Fig. 3 ersichtlich, Gelenke bildende Ausnehmungen 20 in den äußeren Stegpaaren 7, 7' vorgesehen, die die Biegesteifigkeit der Stege dieser Stegpaare 7, 7' und

damit letztlich die Schwenkbarkeit der Aufnahmeplatte 4 beeinflussen. Ähnliche Ausnehmungen 21 in den um  $90^\circ$  versetzten Flächen können als Einstellmöglichkeit für die Bewegbarkeit der Aufnahmeplatte 4 in Hinsicht auf translatorische Schwingungen dienen. In Fig. 4 ist dies exemplarisch für das die Schwenkachse bildende Stegpaar 6 angedeutet.

Die Fig. 5 zeigt in Draufsicht ein Dynamometerelement, bei dem die Richtung zur Erfassung der Translationsschwingungen und die Richtung der Schwenkachse 10 übereinstimmen. Das Stegpaar 6 ist hier z.B. aus jeweils zwei vertikal übereinander liegenden Stäben pro Paar gebildet, wobei die Koppelstange 16' zwischen Aufnahmeplatte 4 und Schwingungsaufnehmer 12' zwischen den beiden Stäben in der Mittelebene des Dynamometerelements 1 angeordnet ist. Die schwingfähige Abstützung hinsichtlich der Translationsbewegungen der Aufnahmeplatte 4 erfolgt über die in diesem Ausführungsbeispiel an den längeren Seiten der rechteckigen Aufnahmeplatte 4 angeordneten Stegpaare 7'' und 7'''.

Wie aus der Fig. 6 mit dem prinzipiellen Aufbau einer Einrichtung zur Ermittlung der Unwucht mit vertikaler Rotationsachse 8 ersichtlich ist, ist der Rotationskörper 3 mit seiner Rotationsachse 8 um die horizontal verlaufende Schwenkachse 10 drehbar gelagert; die Rotationsachse 8 und die Aufnahmeplatte 4 lassen sich durch einen Winkelhebel mit senkrecht zueinander angeordneten Hebelarmen veranschaulichen. Das Dynamometersystem weist eine durch das Federsymbol 30 angedeutete horizontale Steifigkeit, eine durch das Federsymbol 31 angedeutete vertikale Steifigkeit und eine durch das Drehfedersymbol 32 angeordnete Drehsteifigkeit auf. Die strichpunktierte Linie 33 zeigt die Wirkebene des Schwingungsaufnehmers 11 für die vertikale Richtung, die strichpunktierte Linie 34 die Wirkebene des Schwingungsaufnehmers 12 für die horizontale Richtung.

Bei einer Einebenenmessung, also der Ermittlung einer statischen Unwucht, mißt der horizontale Schwingungsaufnehmer 12 den Schwingweg in horizontaler Richtung aufgrund der statischen Unwucht. Die Schwenkachse 10 bleibt dabei in der Wirkebene 34 des horizontalen Schwingungsaufnehmers 12, d.h. in der Mittelebene des plattenförmigen Dynamometers.

Bei einer Zweiebenenmessung, also der Ermittlung einer dynamischen Unwucht, die als Überlagerung einer statischen Unwucht und einer Momentenunwucht betrachtet werden kann, mißt der horizontale Schwingungsaufnehmer 12 den Schwingweg in horizontaler Richtung aufgrund der statischen Unwucht, während der vertikale Schwingungsaufnehmer den durch die Schwenkbewegung der Winkelhebelanordnung 8, 4 aufgrund der Momentenunwucht sich ergebenden Schwingweg in vertikaler Richtung mißt. Die Schwenkachse 10 bleibt dabei in der Wirkebene 34 des horizontalen Schwingungsaufnehmers 12.

Bei einem von Störeinflüssen z.B. aufgrund zusätzlicher Abstützungen beeinflussten System, das im Vergleich zum erfindungsgemäßen System nur einen geringen Symmetriegrad im Hinblick auf die Massenverteilung und die Steifigkeitsverteilung aufweist, liegt die Schwenkachse 10 dieses Systems nicht mehr in der Wirkebene des horizontalen Schwingungsaufnehmers 12, sondern außerhalb, was zur Messung von z.B. zu großen Schwingwegen führt.

Mit der Erfindung ist erstmals sichergestellt, daß die Schwenkachse d.h. die Bezugsebene des plattenförmigen Dynamometerelements 1 in der Wirkebene 34 des horizontalen Schwingungsaufnehmers 12 bleibt, so daß eine ideale Trennung der von einer dynamischen Unwucht induzierten Schwenkbewegungen und damit

eine genaue Unwuchtermittlung der statischen Unwucht erfolgt.

## Einrichtung und Verfahren zur Ermittlung der Unwucht

## Patentansprüche:

5

10

15

20

25

30

- 1) Einrichtung zur Ermittlung der Unwucht eines von einer Aufnahme rotierbar gehaltenen Rotationskörpers mit einem rechtwinklig zur Rotationsachse angeordneten, die Aufnahme aufweisenden, plattenförmigen Dynamometerelement, das eine innere über Stege mit einem äußeren Rahmenteil verbundene Aufnahmeplatte umfaßt sowie zumindest zwei zwischen Aufnahmeplatte und Rahmenteil angeordnete Schwingungsumformer, die unwuchtinduzierte Schwingungen der Aufnahmeplatte gegenüber dem Rahmenteil in der Plattenebene und im wesentlichen rechtwinklig hierzu erfassen, wobei Stegpaare aus beiderseits der Aufnahme angeordneten Stegen vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Stegpaare (6, 7, 7', 7'', 7''') zur Abstützung von nicht unwuchtinduzierten Kräften der Aufnahmeplatte (4) und zur schwingfähigen Abstützung der Aufnahmeplatte (4) in der Plattenebene und um eine rechtwinklig zur Rotationsachse (8) angeordnete Schwenkachse (10) ausgebildet sind.
- 2) Einrichtung zur Ermittlung der Unwucht eines von einer Aufnahme rotierbar gehaltenen Rotationskörpers mit einem rechtwinklig zur Rotationsachse angeordneten, die Aufnahme aufweisenden, plattenförmigen Dynamometerelement, das eine innere über Stege mit einem äußeren Rahmenteil verbundene Aufnahmeplatte umfaßt sowie zumindest einen zwischen Aufnahmeplatte und Rahmenteil angeordneten Schwingungsumformer, der unwuchtinduzierte Schwingungen der Aufnahmeplatte gegenüber dem Rahmenteil in der Plattenebene erfaßt, wobei Stegpaare aus beiderseits der Aufnahme angeordneten Stegen

vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Stegpaare (6, 7, 7', 7'', 7''') zur Abstützung von nicht unwuchtinduzierten Kräften der Aufnahmeplatte (4) und zur schwingfähigen Abstützung der Aufnahmeplatte (4) in der Plattenebene ausgebildet sind.

- 10 3) Einrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stegpaar (6) in einer die Rotationsachse (8) des Rotationskörpers (3) enthaltenden Ebene und in der Plattenebene verläuft.
- 15 4) Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Ebene der Rotationsachse (8) verlaufende Stegpaar (6) zur Abstützung der nicht unwuchtinduzierten Kräfte ein biegesteifes Profil aufweist.
- 20 5) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das biegesteife Profil ein rechteckförmiges Profil ist, dessen längere Rechteckseite senkrecht zur Plattenebene verläuft.
- 25 6) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß äquidistant beiderseits des die Schwenkachse (10) bildenden Stegpaares (6) parallel angeordnete und in der Plattenebene verlaufende Stegpaare (7, 7', 7'', 7''') vorgesehen sind.
- 30 7) Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel verlaufenden Stegpaare (7, 7', 7'', 7''') ein biegeweiches vorzugsweise quadratisches, vieleckförmiges

oder kreisförmiges Profil aufweisen.

- 5 8) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß drei Stegpaare (6, 7, 7', 7'', 7''') vorgesehen sind und die drei Stegpaare (6, 7, 7', 7'', 7''') zur schwingfähigen Abstützung der Aufnahmeplatte (4) in der Plattenebene und um eine rechtwinklig zur Rotationsachse (8) angeordneten Schwenkachse (10) ausgebildet sind und das mittlere Stegpaar (6) zusätzlich zur Abstützung von nicht unwuchtinduzierten Kräften ausgelegt ist.
- 10
- 15 9) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeplatte (4) rechteckförmig ausgebildet ist und die Stegpaare (6, 7, 7') an den Enden sowie in der Mitte der längeren Rechteckseite angeordnet sind.
- 20 10) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel verlaufenden Stegpaare (7, 7', 7'', 7''') Ausnehmungen (20) zur Verbesserung ihrer Biegebarkeit senkrecht zur Plattenebene aufweisen.
- 25 11) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Stegpaare (6, 7, 7', 7'', 7''') Ausnehmungen (21) zur Verbesserung der Biegebarkeit in der Plattenebene aufweisen.
- 30 12) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der die Schwenkbewegung erfassende Schwingungsaufnehmer (11) am Ende einer Verlängerung der Aufnahmeplatte (4) in einer Ausformung des

Rahmentails (5) abgestützt ist.

5 13) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Schwingungsaufnehmer (11, 12) parallel zu seiner Achse verschoben befestigbar ist.

10 14) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise äquidistant beiderseits der Schwenkachse (10) die Schwenkbewegung erfassende Schwingungsumformer vorzugsweise in Form von Piezoelementen vorgesehen sind.

15 15) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ankopplung der Schwingungsaufnehmer (11, 12) elastische, vorzugsweise biegeelastische Koppellemente (15, 16, 16') zwischen Aufnahmeplatte (4) und Schwingungsaufnehmer (11, 12) vorgesehen sind.

20 16) Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsachse (8) des Rotationskörpers (3) in vertikaler Richtung verläuft.

25 17) Verfahren zur Ermittlung der Unwucht eines Rotationskörpers, der von einer Aufnahme einer Unwuchtermittlungseinrichtung rotierbar gehalten wird, mit einem die Aufnahme aufweisenden plattenförmigen Dynamometerelement bei dem  
30 unwuchtinduzierte Schwingungen von Dynamometerbereichen als Translationsschwingungen und/oder Drehschwingungen getrennt erfaßt werden, dadurch gekennzeichnet, daß alle vom Rotationskörper (3) ausgehenden Kräfte und Momente vom Dynamo-



meterelement (1) in sich abgetragen werden.

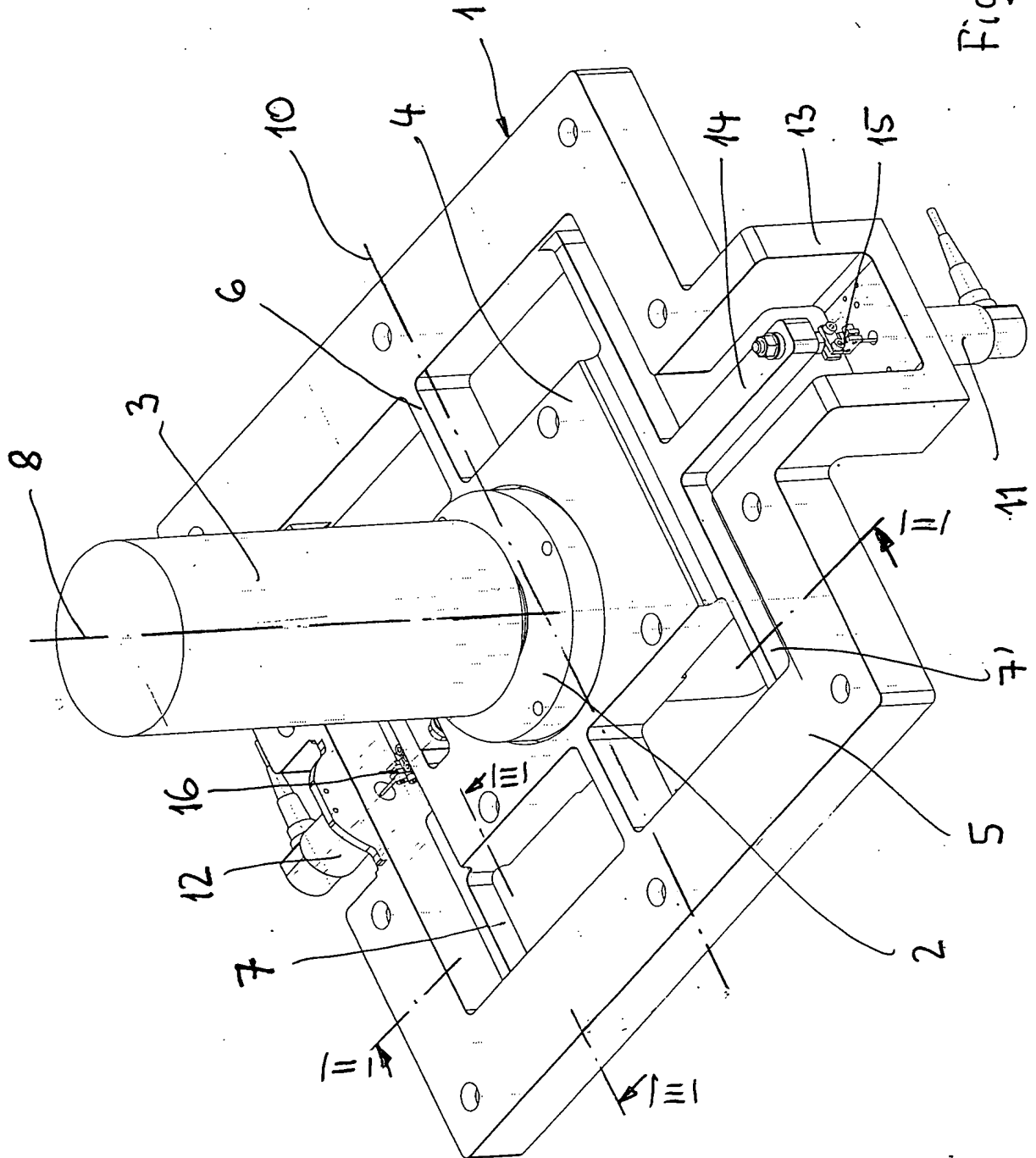


Fig. 1

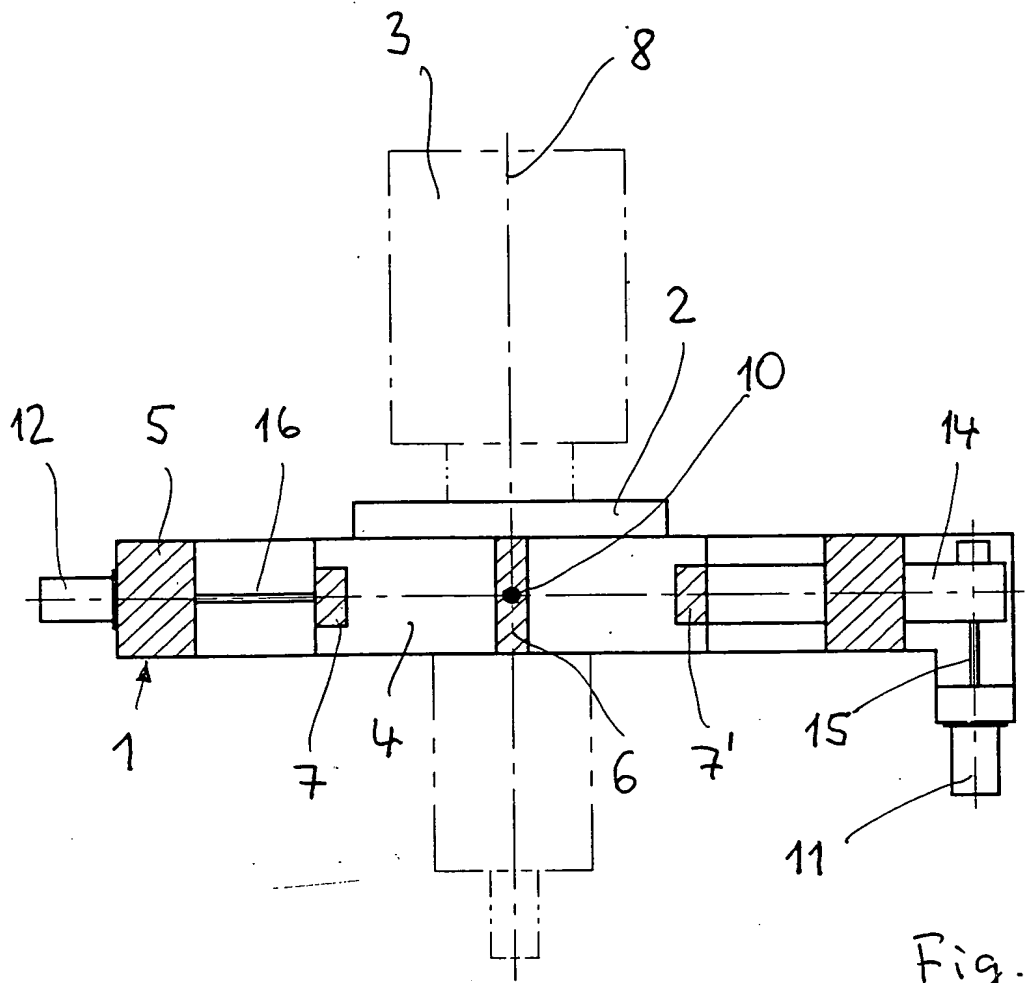


Fig. 2

Fig. 3

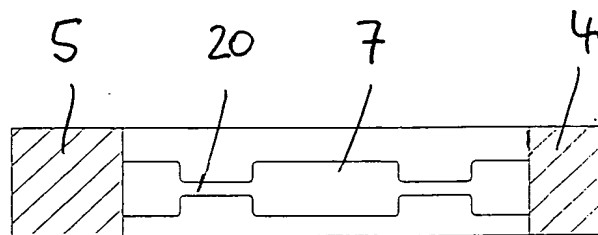
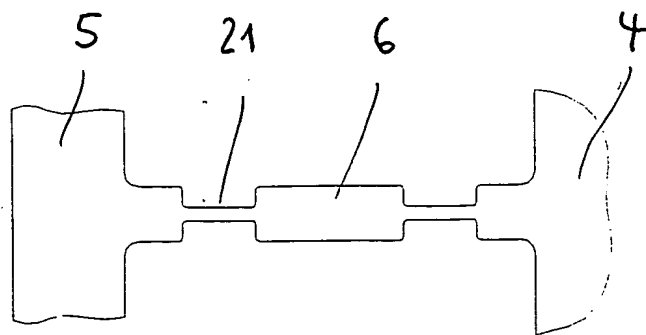


Fig. 4



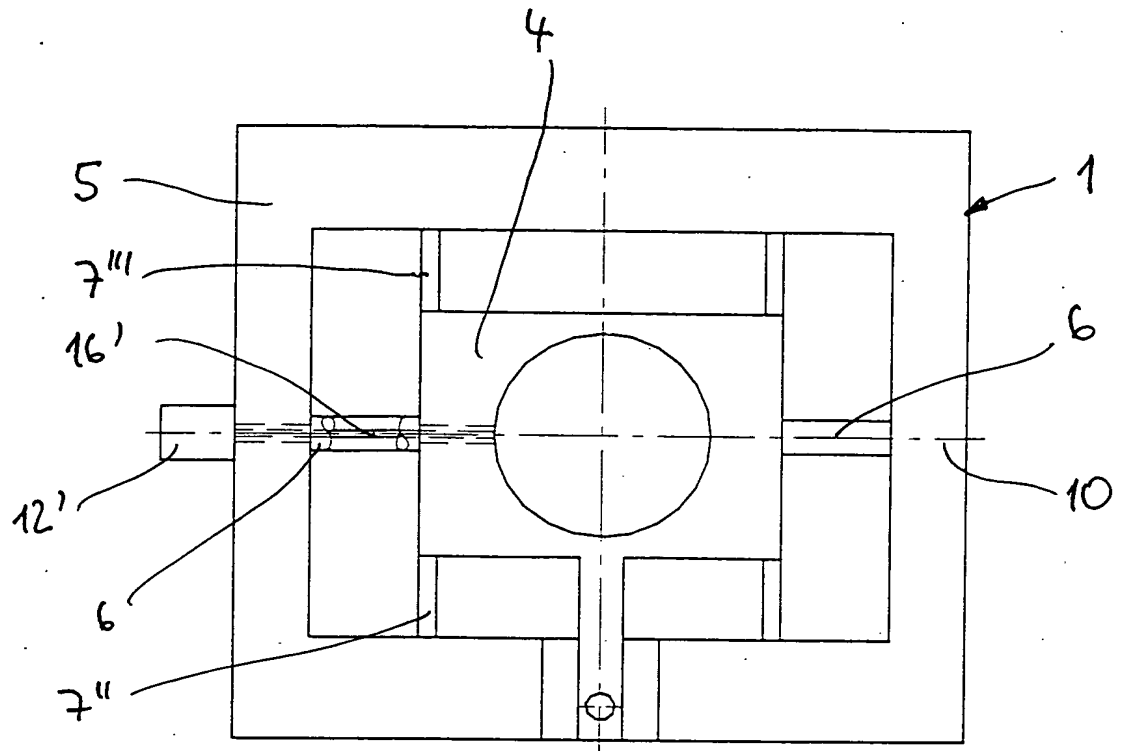


Fig. 5

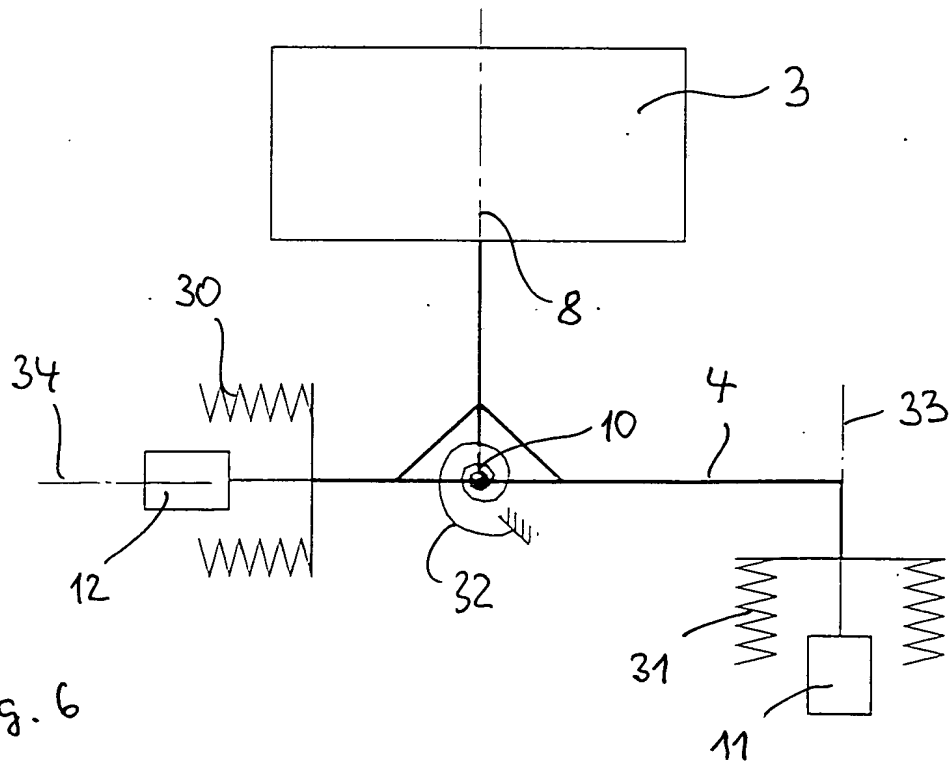


Fig. 6

## Einrichtung und Verfahren zur Ermittlung der Unwucht

## Zusammenfassung:

5       Vorgeschlagen wird eine Einrichtung und ein Verfahren zur Er-  
mittlung der Unwucht eines Rotationskörpers, der von einer  
Aufnahme einer Unwuchtermittlungseinrichtung rotierbar gehalten  
wird, mit einem die Aufnahme aufweisenden plattenförmigen Dyna-  
10       mometerelement, bei dem unwuchtinduzierte Schwingungen von  
Dynamometerbereichen als Translationsschwingungen und Dreh-  
schwingungen getrennt erfaßt werden, wobei zur Vereinfachung  
und zur Erhöhung der Genauigkeit vorgesehen ist, daß alle vom  
Rotationskörper ausgehenden Kräfte und Momente vom Dynamometer-  
element in sich abgetragen werden.

15

Fig. 6

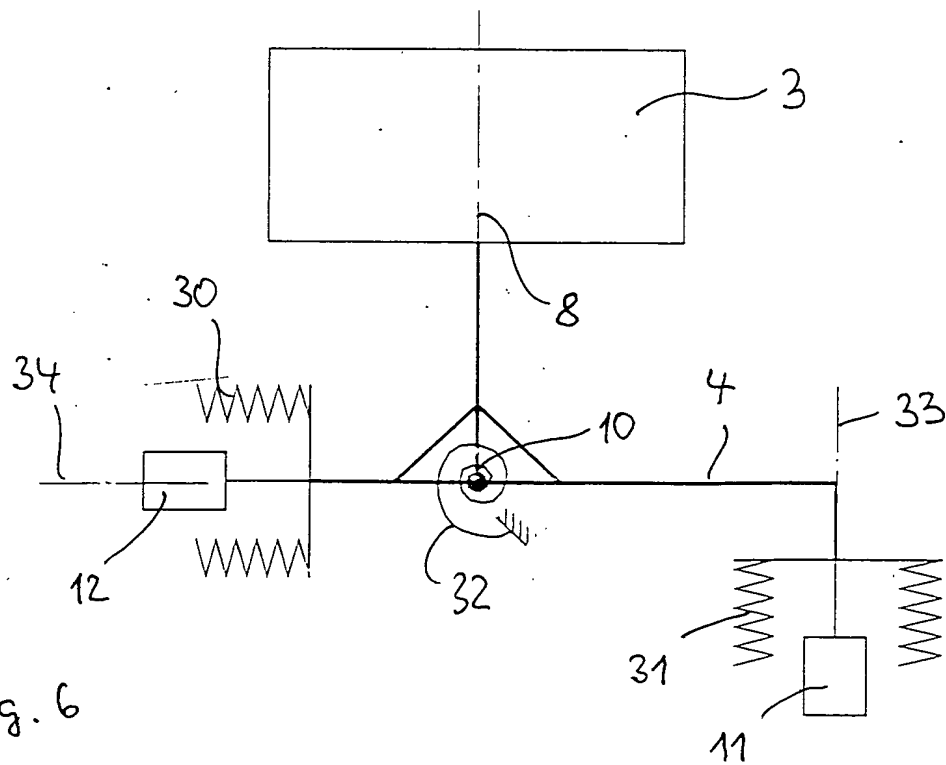


Fig. 6